

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-034962

(43)Date of publication of application : 09.02.2001

(51)Int.Cl. G11B 7/09  
G11B 19/28

(21)Application number : 11-207707

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 22.07.1999

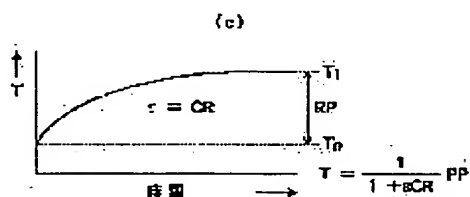
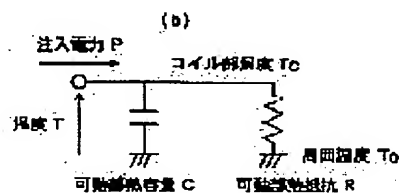
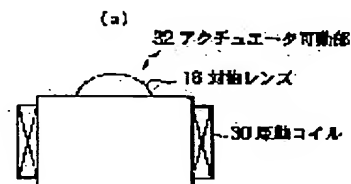
(72)Inventor : TERADA AKIO  
MIZUMA HIROAKI

## (54) OPTICAL DISC DEVICE

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide means for surely preventing burn-out of an actuator, without limiting the actuator ability.

SOLUTION: The device has an actuator movable part 32 which supports and drives an objective 18 for focusing the objective 18 and tracking. An arithmetic unit e.g. DSP calculates the temp. of a target component among the constituent components of the actuator, e.g. drive coil 30 according to a heat transfer model of the actuator, based on the ambient temp.  $T_0$  and the power consumption of an actuator obtained according to specified relevant relations, based on the signal intensity to be inputted to a driver circuit of the actuator. When the calculated temp.  $T_c$  of the target component exceeds a first set temp., the arithmetic unit outputs a command of stopping the actuator from operating to the driver circuit or an instruction of decreasing the number of revolutions of an optical disc from a regular one and changing the servo band from a regular band to a lower one to a rotation mechanism of the optical disc and the servo mechanism.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-34962

(P2001-34962A)

(43) 公開日 平成13年2月9日(2001.2.9)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード(参考)
G 1 1 B 7/09		G 1 1 B 7/09	A 5 D 1 0 9
19/28		19/28	B 5 D 1 1 8

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平11-207707

(22) 出願日 平成11年7月22日(1999.7.22)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 寺田 明生

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ

ー株式会社内

(72) 発明者 水間 浩彰

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ

ー株式会社内

Fターム(参考) 5D109 KA17 KB23 KC01 KD21

5D118 AA28 BA01 CA04 CB03 CD17

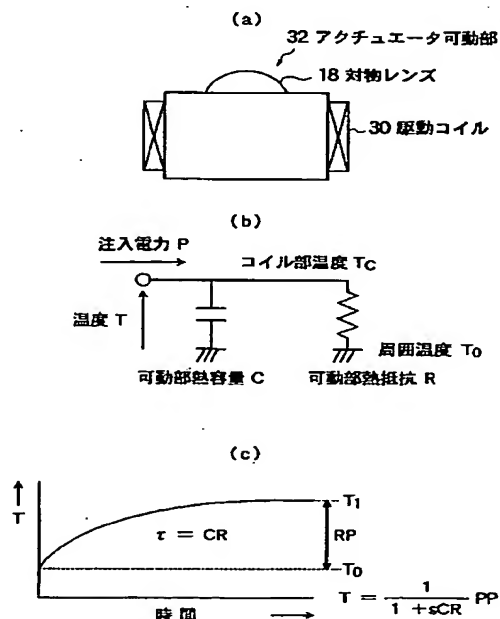
CD19 DC03 EA02

(54) 【発明の名称】 光ディスク装置

## (57) 【要約】

【課題】 アクチュエータの能力を制限しないようにして、アクチュエータの焼損を確実に防止する焼損防止手段を有する光ディスク装置を提供する。

【解決手段】 光ディスク装置は、対物レンズ18を支持し、駆動するアクチュエータ可動部32を備えて、対物レンズのフォーカシング及びトラッキングを行う。演算部、例えばDSPは、アクチュエータのドライバ回路に入力する信号強度に基づき所定の関係式に従って求めたアクチュエータの消費電力と周囲温度 $T_0$ とに基づいて、アクチュエータの構成要素のうちの対象要素、例えば駆動コイル30の温度をアクチュエータの熱伝達モデルに従って算出する。対象要素の算出温度 $T_c$ が第1の設定温度を越えたときには、演算部は、アクチュエータの動作を停止する指令をドライバ回路に出力するか、又は光ディスクの回転数を正規の回転数から低下させ、かつサーボ帯域を正規の帯域から低い帯域に変更する指令を光ディスクの回転機構及びサーボ機構に出力する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 対物レンズを支持し、駆動するアクチュエータを備え、アクチュエータに設けられた駆動コイルに供給する電流を制御して、対物レンズのフォーカシング及びトラッキングを行う光ディスク装置において、アクチュエータのドライバ回路に入力する信号強度に基づき所定の関係式に従って算出したアクチュエータの消費電力と、アクチュエータの周囲温度とに基づいて、アクチュエータを構成する要素のうちの対象要素の温度をアクチュエータの熱伝達モデルに従って算出する演算部を備え、

対象要素の算出温度が第1の設定温度を越えたときには、演算部は、アクチュエータの動作を停止する指令をドライバ回路に出力するか、又は光ディスクの回転数を正規の回転数から低下させ、かつサーボ信号の周波数帯域を正規の帯域より低い帯域に変更する指令を光ディスクの回転機構及びサーボ機構に出力することを特徴とする光ディスク装置。

【請求項2】 対象要素の算出温度が第1の設定温度より低い第2の設定温度未満になったときには、演算部は、アクチュエータが動作停止している場合には、アクチュエータの動作を再開させる指令をドライバ回路に出力し、また、光ディスクの回転数が正規の回転数より低く、かつサーボ信号の周波数帯域が正規の帯域より低い場合には、光ディスクの回転数を正規の回転数に、かつサーボ信号の周波数帯域を正規の帯域にそれぞれ復帰させる指令を光ディスクの回転機構及びサーボ機構に出力することを特徴とする請求項1に記載の光ディスク装置。

【請求項3】 光ディスク装置に設けられたDSP（デジタルシグナル・プロセッサ）が、演算部として機能することを特徴とする請求項1又は2に記載の光ディスク装置。

【請求項4】 アクチュエータの熱伝達モデルが、

$$T_c = T_0 + \{1 / (1 + sCR)\} \times R P$$

但し、 $T_c$ ：対象要素の温度

$T_0$ ：周囲温度

$C$ ：熱容量

$R$ ：熱抵抗

$P$ ：駆動コイルに供給される電力

$s$ ：ラプラス変換子

で表現され、アクチュエータの消費電力 $P$ が、DSPがドライバ回路に出力する信号強度 $I_0$ に対して、

$$P = r \times k^2 \times I_0^2$$

但し、 $r$ ：駆動コイルの内部抵抗

$k$ ：DSPからドライバ回路に出力される信号強度 $I_0$

とドライバ回路から駆動コイルに供給される電流 $I$ とを関係付ける定数

の関係にあることを特徴とする請求項3に記載の光ディスク装置。

【請求項5】 対象要素が、駆動コイル又は対物レンズであることを特徴とする請求項1に記載の光ディスク装置。

## 【発明の詳細な説明】

05 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光ディスク装置に関し、アクチュエータの機能を制限することなく、アクチュエータの構成要素、例えば対物レンズ又はアクチュエータの焼損を確実に防止する手段を備えた光ディスク

10 【0002】

【従来の技術】光ディスク装置は、光ディスク等の光情報記録媒体の記録再生装置であって、通常、光ディスクに情報を記録し、また光ディスクに記録された情報を再生する光学ピックアップ、光ディスク上の所望の位置に光学ピックアップを動かすアクセス機構、光ディスクを保持し回転する回転機構、光学ピックアップやアクセス系の制御回路、再生／記録信号の信号処理回路等を備えている。

20 【0003】光ディスク装置は、通常、光学系を光学ピックアップにパッケージされた形で備えている。図示しないが、光学系は、一般に、光源として設けられた半導体レーザ、レーザ光を平行光にするコリメータレンズ、レーザ光の光強度信号の生成のために平行なレーザ光の一部をスプリットするビームスプリッタ、レーザ光を光ディスク上に集光する対物レンズ、対物レンズを支持し、駆動するアクチュエータ等から構成されている。

25 【0004】光ディスク装置では、光ディスクの記録膜上に光スポットを集光させる「フォーカス・サーボ」や、光ディスクの所定のトラックを走査させる「トラッキング・サーボ」が行われる。アクチュエータはサーボ回路の指令に従ってフォーカス方向およびトラッキング方向に対物レンズを制御する。フォーカス誤差信号の検出には例えば非点収差法が、またトラッキング誤差信号の検出には例えばプッシュプル法が用いられている。サーボ誤差信号が所定の値を保つように、サーボ回路によってアクチュエータを制御することにより、フォーカス・サーボ、及びトラッキング・サーボが行われる。

40 【0005】ここで、図3を参照して、フォーカスサーボ系のシステム構成を説明する。図3は光ディスク装置のフォーカスサーボ系のシステム構成を示すブロック図である。光ディスク装置10は、図3に示すように、光ディスク12を回転するスピンドルモータ（図示しない）、及び光学系として光学ピックアップ14を備えている。光学ピックアップ14は、アクチュエータ16によって駆動される対物レンズ18を搭載し、光ディスク12の情報記録面に焦点を結ぶように、対物レンズ18から回転する光ディスク12に向かって光線を照射する。更に、光学ピックアップ14は、光ディスク12からの反射光を受光し、焦点方向のサーボ取り残り量を示

すフォーカスエラー信号を出力する。光学ピックアップ14から出力されたフォーカスエラー信号は、A/Dコンバータ20を経由してDSP（デジタルシグナル・プロセッサ）22に入力される。

【0006】DSP22は、上位のシステムコンピュータ24からの命令に従い、フォーカス制御、トラッキング制御、更にはシーク制御等に必要な信号を生成する。フォーカス制御として、DSP22は、フォーカス制御演算、フォーカス制御のオン/オフの切り替え、フォーカス外れの検出、再引き込みなどの処理を行い、制御対象であるアクチュエータ16を制御する信号を生成して、D/Aコンバータ26を経由してアクチュエータ16のドライバ回路28にドライブ電流データ $I_0$ を出力する。

【0007】D/Aコンバータ26は、ドライバ回路28にドライブ電流司令電圧を出力し、ドライバ28はドライブ電流司令電圧に基づいて $I(A)$ の電流をアクチュエータ16の駆動コイル（図示せず）に供給する。アクチュエータ16は、駆動コイルに供給された電流 $I(A)$ により駆動される。以上のようにして、DSP22はフォーカス外れがないようにアクチュエータ16を制御する。上述の説明から判るように、アクチュエータ16に供給される電流 $I(A)$ は、DSP22によって全て設定されているので、DSP22は、常時、アクチュエータ16で消費されている電力（ $P=V \times I = r \times I \times I$ ）を把握することができる。但し、 $r$ はアクチュエータの駆動コイルの内部抵抗である。

【0008】ところで、過電流が、アクチュエータ16の駆動コイルに流れて、アクチュエータ16を焼損させることがないように、従来から、通常、次に挙げるような焼損防止対策が施されている。アクチュエータ16で焼損する要素は、主として、駆動コイル、プラスチック製の対物レンズ等である。第1の対策は、アクチュエータのドライバ回路にアクチュエータ16のDC（連続）定格電流のヒューズを挿入することである。第2の対策は、アクチュエータのドライバ回路にアクチュエータ16のDC（連続）定格電流以上に電流が流れないようにする電流リミッタ回路を挿入することである。第1及び第2の対策では、ピーク電流の供給が連続定格の電流値で制限されてしまうことになるので、必要なピーク電流を供給することができないので、第3の対策は、適当なハイパスフィルタも挿入することにより、ある程度のピーク電流を供給できるようにすることである。以上の説明では、フォーカス制御を例に挙げて説明したが、トラッキング制御であっても同じ問題を有する。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上述したように、従来のアクチュエータ焼損防止対策は、アクチュエータを確実に焼損から保護し、かつアクチュエータの能力を制限することなく100%発揮させるとい観点から

は、十分なものではなかった。

【0010】そこで、本発明の目的は、アクチュエータを焼損から確実に保護し、しかもアクチュエータの能力を制限しない焼損防止手段を有する光ディスク装置を提供することである。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明に係る光ディスク装置は、対物レンズを支持し、駆動するアクチュエータを備え、アクチュエータに設けられた駆動コイルに供給する電流を制御して、対物レンズのフォーカシング及びトラッキングを行う光ディスク装置において、アクチュエータのドライバ回路に入力する信号強度に基づき所定の関係式に従って算出したアクチュエータの消費電力と、アクチュエータの周囲温度とに基づいて、アクチュエータを構成する要素のうちの対象要素の温度をアクチュエータの熱伝達モデルに従って算出する演算部を備え、対象要素の算出温度が第1の設定温度を越えたときには、演算部は、アクチュエータの動作を停止する指令をドライバ回路に出力するか、又は光ディスクの回転数を正規の回転数から低下させ、かつサーボ信号の周波数帯域を正規の帯域より低い帯域に変更する指令を光ディスクの回転機構及びサーボ機構に出力することを特徴としている。

【0012】本発明では、アクチュエータに供給された電力とアクチュエータの熱伝達モデルから、アクチュエータの駆動コイルあるいは対物レンズ等の構成要素の温度を算出し、設定温度以上に達した場合に、アクチュエータのドライブを停止したり、又は光ディスクの回転数を低下させると共にサーボ信号の周波数帯域を低帯域に変更する。これにより、ドライブ電流を低減することができるので、（1）温度上昇に関して、最も厳しい部材、部分（対象要素）を対象にして、その温度を推定して保護することにより、損傷から確実に保護することができる、また、（2）ピーク電流、一時的な大電流を制約する必要がないので、アクチュエータの瞬間的な大出力、広帯域なサーボ動作などの能力を最大限引き出すことができる。

【0013】本発明の好適な実施態様では、対象要素の算出温度が第1の設定温度より低い第2の設定温度未満になったときには、演算部は、アクチュエータが動作停止している場合には、アクチュエータの動作を再開させる指令をドライバ回路に出力し、また、光ディスクの回転数が正規の回転数より低く、かつサーボ信号の周波数帯域が正規の帯域より低い場合には、光ディスクの回転数を正規の回転数に、かつサーボ信号の周波数帯域を正規の帯域にそれぞれ復帰させる指令を光ディスクの回転機構及びサーボ機構に出力する。これにより、アクチュエータの動作を再開させ、対物レンズのフォーカシング及びトラッキングを再び行うことができる。

【0014】本発明の好適な実施態様では、光ディスク

装置に設けられたDSP（デジタルシグナル・プロセッサ）が、演算部として機能する。アクチュエータの熱伝達モデルは、種々想定されるものの、例えば

$$T_c = T_0 + \{1 / (1 + sCR)\} \times RP$$

但し、 $T_c$ ：対象要素の温度

$T_0$ ：周囲温度

C：熱容量

R：熱抵抗

P：駆動コイルに供給される電力

s：ラプラス変換子

で表現され、アクチュエータの消費電力Pが、DSPがドライバ回路に出力する信号強度 $I_0$ に対して、

$$P = r \times k^2 \times I_0^2$$

但し、r：駆動コイルの内部抵抗

k：DSPからドライバ回路に出力される信号強度 $I_0$ とドライバ回路から駆動コイルに供給される電流Iとの間の比率

の関係にある。

【0015】本発明の対象要素は、アクチュエータを構成する要素である限り、制約はないが、実際的には、過電流により焼損し易い駆動コイル又は対物レンズである。

【0016】

【発明の実施の形態】以下に、実施形態例を挙げ、添付図面を参照して、本発明の実施の形態を具体的かつ詳細に説明する。

#### 実施形態例

本実施形態例は、本発明に係る光ディスク装置の実施形態の一例であって、図1(a)は本実施形態例の光ディスク装置のアクチュエータ可動部の構成を示す模式図、図1(b)は熱伝達モデルの構成を示す図、及び図1

(c)は熱伝達モデルに基づく温度上昇曲線のグラフである。本実施形態例の光ディスク装置は、DSP22が、演算部として機能して本実施形態例で特定する演算を行い、本実施形態例で特定する指令をドライバ回路28等に出し、指令されたドライバ回路28等がその指

$$T = T_c - T_0$$

$$T = \{1 / (1 + sCR)\} \times RP$$

である。但し、sはラプラス変換子である。よって、駆動コイル30の温度上昇Tの時間応答は、図1(c)に示すグラフになる。すなわち、一時遅れ系の応答となり、最終的に一定温度 $T_1$ に収束し、温度上昇値( $T_1 - T_0$ )はRPに等しく、時定数 $\tau$ はCRである。実際のアクチュエータ可動部32の実測値の例は、 $R = 80$  (°C/W)、 $\tau = 40$  (sec)と言ったところで、時定数 $\tau$ はかなり長いことがわかる。従って、駆動コイル30の温度変化 $T = T_c - T_0$ は、比較的ゆっくりとし

$$I = k \times I_0$$

$$T = T_c - T_0 = \{1 / (1 + sCR)\} \times RP$$

$$P = r \times I^2 = r \times k^2 \times I_0^2$$

令に従って動作することを除いて、従来の光ディスク装置10の構成と同じ構成を備えている。

【0017】アクチュエータ16は、ムービングコイル方式のアクチュエータであって、図1(a)に示すように、樹脂の成型品などからなる可動部本体に対物レンズ18、駆動コイル30のコイル巻線などを一体的に組み込んだ形で形成されているアクチュエータ可動部32と、図示しない固定マグネット部とから構成され、駆動コイル32と固定マグネット部との協働により駆動する。駆動コイル30は、ドライバ回路28から供給された電流によって固定マグネット部と協働して動作し、対物レンズ18を駆動し、制御する。

【0018】以下に、アクチュエータ可動部32を駆動する駆動コイル30を焼損から守る保護対象とすることにして、本実施形態例を説明する。

(1) 駆動コイルの現在温度の算出方法

先ず、駆動コイル30の現在温度を算出する方法を説明する。駆動コイル30の内部抵抗がrのコイル巻線に電流I(A)が流れると、

$$P = r \times I^2$$

の電力が消費され、発熱する。この熱は、アクチュエータ可動部本体などに伝わり、アクチュエータ可動部本体を加熱すると共に周囲の空気などに放散される。

【0019】アクチュエータ可動部32の熱伝達モデルは、第1近似的には、図1(b)に示すように、電力Pが供給される温度 $T_c$ の駆動コイル30が、可動部熱容量C及び可動部熱抵抗Rを介して、温度 $T_0$ のアクチュエータ16の周辺部に接続されているとすることができる。アクチュエータ16の周囲温度 $T_0$ は、実際に温度センサを設けて測定しても良いし、機器設計上から許容できる最高周囲温度を周囲温度 $T_0$ として設定しても良い。

【0020】定常的に、一定の電力Pが消費されているとした場合の駆動コイル32の温度上昇Tは、上述の伝熱モデルによれば、

$$(1)$$

$$(2)$$

ており、短時間であれば、かなりのピーク電力に耐えられると言える。

【0021】図2を参照してDSP22による温度上昇の推定方法を説明する。図2は、DSP22による温度上昇を推定する具体的方法を説明する図である。DSP22からドライバ回路28に出力される信号強度 $I_0$ とドライバ回路28から駆動コイル30に供給される電流Iとを関係付ける比例定数をkとすると、

$$(3)$$

$$(4)$$

$$(5)$$

であるから、

$$T_c = T_0 + \{1 / (1 + sCR)\} \times R \times r \times k^2 \times I_0^2 \quad (6)$$

の関係がある。式(6)による演算は、単純な一次のLPF(ローパス・フィルタ)とゲインで実現できる演算であって、ラプラス領域の関係を双一次変換などの手法でZ領域の式に移し、DSP22によって容易に演算処理することができる。

【0022】本実施形態例では、DSP22は、上の式(6)に従って、常時、駆動コイル30の温度 $T_c$ を算出できるので、仮に算出温度 $T_c$ が駆動コイル30の許容温度に近くなった場合は、これ以上温度が上がると、駆動コイル30が焼損するおそれがあると判断することができる。尚、駆動コイル30の許容温度が本発明で言う第1の設定温度である。

【0023】(2)DSPの指令

そこで、これ以上温度が上がると、駆動コイル30が焼損するおそれがあると判断した時には、DSP22は次の(1)及び(2)の処置のいずれかを行う指令を出力する。

(1)アクチュエータ16の駆動コイル30への通電を停止し、フォーカシング系の動作を全て一旦停止状態とする。

(2)光ディスク12の回転数を正規の回転数より低下させ、かつフォーカス制御信号の周波数帯域を正規の帯域より低帯域とする。光ディスク12の回転数を低下することにより、フォーカスの制御仕様(追従性能)が緩和されるので、制御帯域を低帯域にしても十分に追従できる。制御帯域を低帯域にすることにより、ドライブ電流 $I_0$ が減少するので、アクチュエータ16の消費電力Pをかなり大きく削減することができる。

【0024】よって、上述のように、(1)及び(2)のいずれかの処理を行うことにより、アクチュエータコイルでの消費電力は零になるか、又は著しく減少する。よって、駆動コイル30の温度 $T_c$ が第1の設定温度から低下し、焼損を確実に防止することができる。

【0025】以上のいずれかの処置により、DSP22により算出された駆動コイル30の温度 $T_c$ が低下して、第1の設定温度より低い第2の設定温度未満になり、通常のアクチュエータ16の動作に戻しても問題がないと判断される場合は、次の(3)及び(4)の処置のいずれかを行う。

(3)アクチュエータ16の駆動コイル30の通電を再開し、フォーカシング系の動作を通常の状態に戻す。

(4)フォーカス制御の信号の周波数帯域を元の正規の帯域に戻し、光ディスク12の回転数も元の正規の回転数に戻す。

【0026】このように、本実施形態例では、アクチュエータ可動部32の駆動コイル30を焼損から保護したい場合、駆動コイル30の温度 $T_c$ を特定の関係式により算出し、所定の処置を行う。よって、焼損からの保護

と言う意味で、従来の手段に比べて、より直接的な処置を施すことができる。また、温度上昇の時定数は、実際にはかなり大きいので、短時間であれば、かなり大きいピーク電力を供給することができる。更には、短時間電力、又は短時間電流に対して不必要な制限も設ける必要がないので、加速度出力特性などのアクチュエータの能力を制約するようなことがない。

【0027】また、本実施形態例では、アクチュエータ可動部32の駆動コイル30を焼損の保護対象としているが、コーティング膜が破壊される等により、例えば対物レンズ18の方が駆動コイル30より低い温度で焼損するのであれば、対物レンズ18の温度を駆動コイルの例と同様にして算出し、同様に処置することにより、保護することができる。

【0028】

【発明の効果】本発明によれば、アクチュエータに供給された電力とアクチュエータの周囲温度から、アクチュエータの熱伝達モデルに基づいてアクチュエータの駆動コイルあるいは対物レンズ等の構成要素の温度を算出し、設定温度以上に達した場合に、アクチュエータのドライブを停止したり、又は光ディスクの回転数を低下させ、かつサーボ信号の周波数帯域を低帯域に変更する。これにより、ドライブ電流を低減することができるので、(1)温度上昇に関して最も弱い部材、部分(対象要素)を対象にして、その温度を推定して保護することにより、その部材、部分を損傷から確実に保護することができる。(2)ピーク電流、又は一時的な大電流を制約する必要がないので、アクチュエータの瞬間的な大出力、及び広帯域なサーボ動作などの能力を最大限引き出すことができる。

【0029】また、本発明では、アクチュエータの対象要素の温度が第2の設定温度未満まで下がった場合は、直ちにドライブを再開することができるので、(3)保護動作からの自己復帰が容易に行えるという効果を有する。さらに、算出された温度に応じてサーボ信号の周波数帯域を変化させる方式を採用すれば、(4)ドライブの動作を完全停止するのではなく、ある程度のパフォーマンスを維持したままの状態、アクチュエータを保護することができる。従って、比較的定格の小さいアクチュエータを、広帯域で大きな出力が要求される高倍速ドライブ、たとえば32倍速CD-ROM、光ディスクエディタ等などに適用することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1(a)は実施形態例の光ディスク装置のアクチュエータ可動部の構成を示す模式図、図1(b)は熱伝達モデルの構成を示す図、及び図1(c)は熱伝達モデルに基づく温度上昇曲線のグラフである。

【図2】DSPにより温度上昇を推定する具体的方法に

ついて説明した図である。

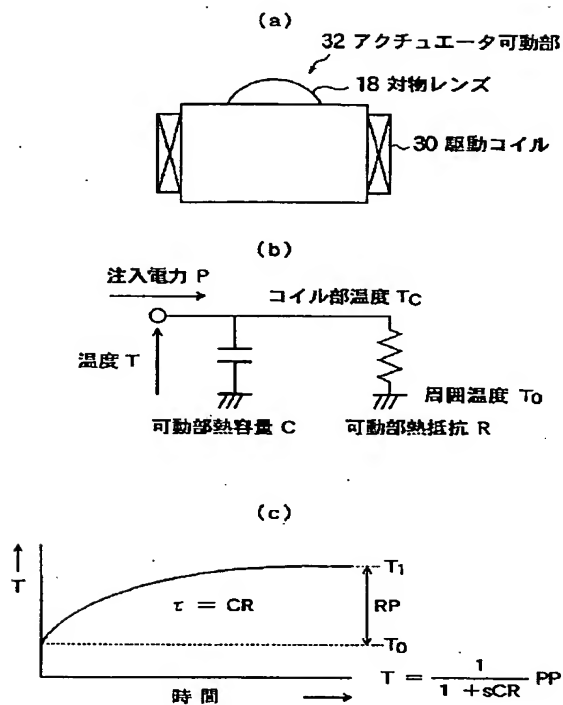
【図3】光ディスク装置の構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

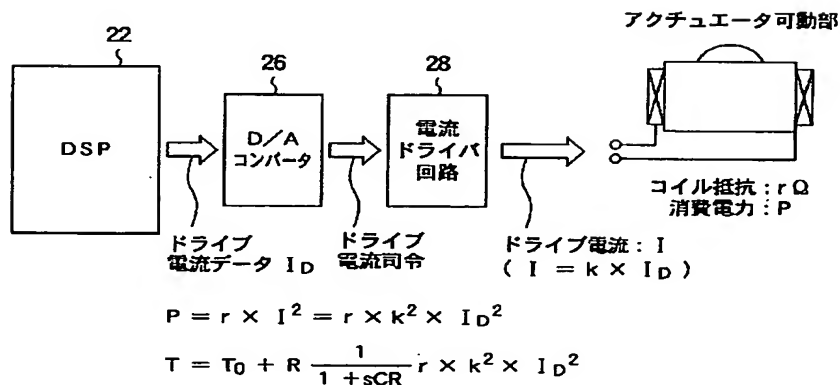
10……光ディスク装置、12……光ディスク、14……光学ピックアップ、16……アクチュエータ、18……

…対物レンズ、20……A/Dコンバータ、22……DSP（デジタルシグナルプロセッサ）、24……システムコンピュータ、26……D/Aコンバータ、28……ドライバ回路、30……駆動コイル、32……アクチュエータ可動部。

【図1】



【図2】





【図3】

